



H-industri@ *Revista de historia de la industria* *argentina y latinoamericana*

Año 2- Nro. 3, segundo semestre de 2008

A 25 años del fallecimiento de Jorge Alberto Sabato

Claudio Belini*

El 16 de noviembre de 1983, mientras la Argentina iniciaba la transición hacia la democracia, fallecía en Buenos Aires Jorge Alberto Sabato. Maestro y Profesor de Física, Sabato fundó, en 1955, el Departamento de Metalurgia de la Comisión Nacional de Energía Atómica. Desde ese organismo, donde se desempeñaría como gerente de Tecnología, Sabato conformó un grupo de científicos y técnicos que permitiría a la Argentina liderar el desarrollo de la energía atómica en América Latina. Este liderazgo se sustentó en el acercamiento de Ciencia y Tecnología (CyT) al sector manufacturero. De esta manera, la industria local participó con un 40% de los materiales en la construcción de la primera central nuclear argentina y latinoamericana (Atucha I), y en más del 50% en la construcción de la segunda (Embalse Río Tercero). Para ello Sabato puso en práctica lo que llamó la “apertura del paquete tecnológico” que consistía en diseccionar la oferta hasta sus últimos componentes de manera de incentivar la participación de la industria argentina y facilitar el acceso de ésta a nuevas tecnologías. Dentro de este marco, sus ideas contribuyeron a inspirar la ley 18.975 (1970) “Compre Nacional” que institucionalizó, entre otras cosas, la “apertura del paquete tecnológico”.

Físico y tecnólogo destacado, Sabato fue también un pensador lúcido del problema de la dependencia tecnológica de América Latina. Gran parte de su reflexión giró en torno de la búsqueda de una fórmula que permitiera a la región conquistar su autonomía científica y tecnológica para fortalecer el desarrollo industrial. Dentro de esta corriente de ideas fue cofundador de la escuela latinoamericana de pensamiento en ciencia, tecnología y desarrollo, hoy considerada por los que se dedican a la disciplina Ciencia, Tecnología y Sociedad como la primera corriente que encaró el análisis sistemático de esta problemática.

* Los editores agradecen la colaboración del ingeniero Domingo Quilici de la Comisión Nacional de Energía Atómica.

En ese marco, en 1968, expuso su conceptualización sobre la vinculación deseable entre el gobierno, la estructura científico-tecnológica y el aparato productivo, que desde entonces se conoce como “el triángulo de Sabato”.

Jorge A. Sabato fue un prolífico escritor; publicó una docena de libros como autor o compilador (entre los que se destaca *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia*) y cientos de artículos en revistas especializadas del país y del extranjero. Fue invitado por las universidades de Birmingham, Stanford y Sussex para desempeñarse como investigador visitante. En reconocimiento a sus aportes el gobierno de Francia le otorgó las palmas académicas.

Sabato también intervino activamente en el debate público como miembro de reconocidas organizaciones nacionales e internacionales, entre las que se destacaron el Club de Roma, la Fundación Bariloche (de la que fue cofundador), el Instituto de Desarrollo Económico y Social y la Asociación Argentina Para el Desarrollo Tecnológico. Además, colaboró activamente con publicaciones periódicas del país. Su interés por divulgar los problemas vinculados al desarrollo científico y tecnológico y su oposición a los regímenes autoritarios lo impulsaron a escribir varios ensayos y a colaborar como columnista en *Humor*, una revista satírica que enfrentó a la última dictadura militar.

H-industria adhiere a los homenajes en su memoria ofreciendo a sus lectores un documento de su autoría, conjuntamente con Natalio Botana, “La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina” que fue presentado en *The World Order Models Conference* realizada en Bellagio (Italia) en septiembre de 1968.

Recibido: 10 de octubre de 2008
Aprobado: 15 de noviembre de 2008

La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina. Estudio prospectivo sobre América Latina y el orden mundial en la década de 1990*

Jorge A. Sabato
Gerente de Tecnología de la Comisión Nacional de Energía Atómica Argentina
Natalio Botana
Investigador del Instituto para la Integración de América Latina.

I. Introducción

1. La superación del subdesarrollo de América Latina resultará de la acción simultánea de diferentes políticas y estrategias. En todo caso, y cualesquiera sean los caminos elegidos, el acceso a una sociedad moderna -que es uno de los objetivos que se pretenden alcanzar por el desarrollo- supone necesariamente una acción decisiva en el campo de la investigación científico-tecnológica. Lentamente, América Latina comienza a adquirir conciencia de esta necesidad y de esta carencia; lentamente y casi a regañadientes: quedan todavía muchos funcionarios que creen que la investigación es un lujo para los países desarrollados y muchos empresarios que circunscriben su función a adquirir patentes y pagar royalties. Todos aquellos que adoptan esta actitud pasiva, olvidan que la nación que descarte esta tarea corre el peligro de quedar marginada de la historia, ignorando el lenguaje de los países científicos y técnicamente más avanzados y ostentando los viejos atributos de la soberanía como meros símbolos formales, vigentes, quizá, en un pasado que definitivamente terminó.

2. La investigación científico-tecnológica es una poderosa herramienta de transformación de una sociedad. La ciencia y la técnica, son dinámicos integrantes de la trama misma del desarrollo; son efecto pero también son causa; lo impulsan pero también se realimentan de él. Estos conceptos recibieron un reconocimiento explícito en la Conferencia de Punta del Este, en abril de 1961 en donde los Jefes de estado de las Repúblicas de América Latina consagraron en su casi totalidad el Capítulo V de su declaración a los problemas del desarrollo científico y tecnológico, afirmando textualmente lo siguiente: “El adelanto de los conocimientos científicos y tecnológicos está transformando la estructura económica y social de muchas naciones. La ciencia y la tecnología ofrecen infinitas posibilidades como medios al servicio del bienestar a que aspiran los pueblos. Pero en los países latinoamericanos este acervo del mundo moderno y su potencialidad distan mucho de alcanzar el desarrollo y nivel

* Documento presentado en *The World Order Models Conference* por el Dr. Gustavo Lagos, Presidente del Comité de Patrocinio y Política del grupo Latinoamericano, Bellagio, Italia, 20-25 de noviembre de 1968.

requeridos... La ciencia y la tecnología son instrumentos de progreso para América Latina y necesitan un impulso sin precedentes en esta hora”.

II. Un planteo del orden mundial para el año 2000

1. Conviene comenzar resumiendo los principales argumentos a favor de la tesis de que en nuestros países y teniendo en cuenta la *situación presente*, debemos realizar investigación científico–tecnológica en forma seria, sostenida y permanente. Ellos son los siguientes:

a) La absorción de las tecnologías que todo país de necesariamente importar, es más eficiente si el país receptor dispone de una sólida infraestructura científico–tecnológica. Esta infraestructura –que más adelante será definida con más precisión– sólo puede crearse, mantenerse y progresar a través de la acción propia de la investigación.

b) El uso inteligente de los recursos naturales, de las materias primas, de la mano de obra y del capital, así como los problemas de las economías de escala, requieren investigaciones específicas para cada país.

c) La transformación de nuestras economías para satisfacer la necesidad imperiosa de industrializarnos y exportar productos manufacturados, será tanto más exitosa cuanto más elevado sea nuestro potencial científico–tecnológico.

d) La ciencia y la tecnología son promotores catalíticos del cambio social.

2. Si analizamos el problema no sólo en función de las necesidades presentes, sino en la perspectiva de un orden mundial para el año 2000, la necesidad de un vigoroso desarrollo científico–tecnológico en América Latina, resulta aún más imperiosa. En efecto: la tesis más importante de la reunión de Chile¹ es que uno de los factores que podrá conducir a la realización de un nuevo tipo de orden mundial en el año 2000, es la voluntad de las naciones latinoamericanas de *lograr una plena participación* como sujetos activos, en el desarrollo social, político y cultural del mundo del futuro. Se trata, pues, de promover nuevas relaciones de igualdad entre las naciones y las regiones, de modo tal que el desarrollo de los países marginados permita una redefinición de la actual distribución del poder, el bienestar y el prestigio en el seno de la comunidad internacional. Aplicando estas ideas al campo de la ciencia y la tecnología resulta entonces que América Latina, con escasa intervención en el pasado y en el presente en el desarrollo científico y tecnológico, deberá cambiar su papel pasivo de espectador por el activo de protagonista, procurando conquistar la máxima participación. En esta perspectiva, es imperativo que las naciones latinoamericanas realicen un supremo esfuerzo en ciencia y tecnología,

¹ Se trata de la Primera Reunión del Comité de Patrocinio y Política del Estudio Prospectivo sobre América Latina y el Orden Mundial en la Década del 1990 que tuvo lugar en Santiago de Chile en noviembre de 1967.

apoyadas por la asistencia de aquellos países que compartan esta idea del orden mundial en los próximos treinta años.

3. La conclusión anterior es que debemos intervenir en el desarrollo científico-tecnológico. La pregunta inmediata es: ¿podemos hacerlo? Este interrogante no se refiere a los formidables obstáculos que son obvios (atraso relativo actual, falta de recursos materiales y humanos, ausencia de tradición, etc.), sino a la posibilidad misma que deriva de la naturaleza intrínseca del proceso: teniendo en cuenta la situación actual del desarrollo científico–tecnológico y su perspectiva futura, es posible aún prever una intervención importante? Una primera respuesta, se encuentra en los diversos estudios prospectivos sobre el desarrollo de la ciencia y la tecnología hasta el año 2000. No importa ahora elegir entre ellos o emitir juicios sobre cuál es el que tiene más probabilidades de éxito. Todos en principio han sido realizados por gente experta y están basados en diferentes metodologías plenamente plausibles. Lo que importa subrayar en esos estudios, es que ellos prueban algo que debería ser trivial pero que la mayor parte de la gente olvida: que siendo la ciencia y la técnica actividades dinámicas, es muy factible que los acontecimientos de las próximas décadas serán mucho más espectaculares y revolucionarios que los que han ocurrido en los últimos 20 años. En nuestros países es común pensar, por el hecho de ser espectadores y no protagonistas, que estamos viviendo el momento culminante de la revolución científico–tecnológica. Ello no es cierto, como bien lo prueban los estudios prospectivos que demuestran que son previsibles transformaciones científicas mucho más profundas que las experimentadas hasta el presente. Por lo tanto debemos adquirir conciencia de que estamos *en medio* de un proceso y no en su término final, de lo cual resulta que aún tenemos posibilidades de participación. La investigación científico–tecnológica jamás se detiene y, es preciso recordarlo, jamás se podrá detener. No existe "último" acto en este proceso y siempre se puede llegar a tiempo, porque en alguna medida todo está siempre comenzando y todo le pertenece. Como el de Einstein, el universo de la investigación científica es "finito pero sin límites". El juego es abierto, el protagonista es el hombre y todos tenemos oportunidad de participar en él; y estas oportunidades serán mayores en la medida que así lo entendamos y sepamos marchar en la dirección correcta.

III. Una estrategia para la innovación

3.1. *Objetivos estratégicos*

De lo anterior, resulta, en primer lugar, que en el marco de las condiciones propuestas para el año 2000 *debemos* participar en el desarrollo científico–tecnológico. En segundo lugar, y por la naturaleza misma de ese proceso, *podemos* participar en él. *El objeto de este trabajo es proponer una estrategia que permita hacer*

realidad esa participación obligatoria y posible. Para ello comenzaremos por definir con mayor precisión el objetivo de esta sección: Lograra capacidad técnico–científica de decisión propia a través de la inserción de la Ciencia y de la Técnica en la trama misma del proceso de desarrollo. Es evidente que en mayor o menor grado ninguno de los países de América Latina posee hoy esa capacidad: esta carencia se pone de manifiesto cada vez que se deben tomar decisiones en aquellos problemas donde las variables científico–técnicas son de gran importancia, sean éstos de naturaleza política (pacto de desnuclearización; uso del espacio para fines pacíficos o militares; sistemas de telecomunicación por satélite); económica (asignación de prioridades en el desarrollo industrial, introducción de nuevos procesos productivos, exportación de productos manufacturados); social (planificación de recursos humanos y modernización de la enseñanza, tecnificación de los programas de entrenamiento y capacitación de mano de obra), etc.

Analicemos a continuación algunos de los elementos que más se vinculan con el problema así planteado.

3.2. *La Infraestructura científico–tecnológica*

Visto como un producto social, hacer investigación supone la existencia de una infraestructura científico–tecnológica; denominamos así al siguiente complejo de elementos articulados e inter–relacionados entre sí:

- a) El sistema educativo que produce en la calidad y cantidad necesaria los hombres que protagonizan la investigación: científicos, tecnólogos, ayudantes, asistentes, operarios, administradores;
- b) Los laboratorios, institutos, centros, plantas pilotos, (formados por hombres, equipos y edificios) donde se hace investigación;
- c) El sistema institucional de planificación, de promoción, de coordinación y de estímulo a la investigación (Consejos de Investigación, Academias de Ciencias, etc.)
- d) Los mecanismos jurídico–administrativos que reglan el funcionamiento de las instituciones y actividades descriptas en a), b), y c).
- e) Los recursos económicos y financieros aplicados a su funcionamiento

La calidad de una infraestructura dada está determinada por todos y cada uno de estos elementos y por su armoniosa y permanente trabazón. Por esta razón, la debilidad de la infraestructura científico–tecnológica en nuestros países proviene de la acción simultánea de varios factores negativos: sistemas educativos anticuados que en general no producen hombres creativos o los combaten; mecanismos jurídico–administrativos de gran rigidez, ineficientes, y generadores de una atmósfera burocrática poco propicia a la actividad creadora; recursos escasos o mal distribuidos; olvido persistente de que la calidad

de la investigación resulta de la calidad de los investigadores, razón por la cual estos deben ser celosamente respetados y su libertad académica plenamente garantizada; planificación inexistente o de nivel rudimentario, incapaz de precisar metas o delinear estrategias compatibles con la libertad académica; promoción y estímulo fuertemente imbuidos por el favoritismo político, o por relaciones sociales, o por actitudes conformistas; estructuras administrativas que dificultan la creación de cuadros técnicos auxiliares imprescindibles, (vidrieros, proyectistas, torneros, electrónicos, etc.); remuneraciones que en muchos casos imposibilitan el desempeño “full-time” del personal; universidades tradicionales donde la investigación es considerada como una función secundaria; investigación casi nula en el sector privado y muy débil en el sector público ligado a la producción (energía eléctrica, petróleo, carbón, telecomunicaciones, siderurgia, transportes, etc.)². Reforzar la infraestructura, supone por consiguiente una acción coordinada sobre el conjunto de los elementos que la integran, en función de un diagnóstico preciso del estado real de cada uno de ellos y de las circunstancias propias de cada país.

3.3. *La innovación*

No basta, sin embargo, con construir una vigorosa infraestructura científico–tecnológica para asegurar que un país será capaz de incorporar la ciencia y la técnica a su proceso de desarrollo; es menester, además, transferir a la realidad los resultados de la investigación; acoplar la infraestructura científico–tecnológica a la estructura productiva de la sociedad.

Conviene ahora introducir el concepto de innovación, con el cual designaremos la incorporación del conocimiento –propio o ajeno– con el objeto de generar o modificar un proceso productivo.

Es por cierto un concepto distinto al de investigación: el conocimiento transferido puede ser el resultado –directo o indirecto– de la investigación, pero puede resultar de una observación fortuita, un descubrimiento inesperado, una intuición a–científica, una conexión aleatoria de hechos dispersos. Mientras sobre el tema de la investigación se conoce lo suficiente para saber lo que se debe y lo que no se debe hacer para tener éxito, acerca del proceso de innovación, en cambio, es poco lo que se conoce; intervienen en él una cantidad de factores cuyo papel específico e inter–relación se desconocen; elementos de naturaleza tan dispar como la estructura económico–financiera de la sociedad y de las empresas, la movilidad social, la tradición, las características de los grupos dirigentes, el sistema de valores de la sociedad, las necesidades concretas en una situación determinada, los mecanismos de comercialización. Cada país en particular, y dentro de él cada sector y cada empresa, debe estudiar cuidadosamente el porqué y el cómo de la innovación tratando de descubrir sus mecanismos para

² Resulta innecesario afirmar que se trata de un cuadro descriptivo de las tendencias generales de América Latina en esta materia y que, por lo tanto, ello no significa desconocer las excepciones que se pueden presentar en cada uno de los puntos indicados.

impulsarlos en la dirección correcta. Hay países que han sido muy exitosos en la innovación, mientras que otros –con igual o mejor infraestructura científico–tecnológica– lo han sido menos. Es ilustrativo comparar Gran Bretaña y Japón: mientras que en la primera de estas naciones, la investigación ha alcanzado un alto nivel de creatividad –hasta el extremo de ser el país del mundo con más premios Nobel per cápita– la innovación ha sido relativamente pobre, por razones aparentemente derivadas de la estructura empresarial, a la cual varios autores atribuyen la mayor responsabilidad en el deterioro de la posición industrial británica; en el Japón en cambio, donde la investigación aunque de excelente nivel es inferior a la de Gran Bretaña, la innovación ha superado aparentemente la de todos los países del mundo.

Las fuentes impulsoras de la innovación son, entre otras, la guerra real o potencial, las necesidades del mercado, la sustitución de importaciones, la escasez de materias primas, la mayor o menor disponibilidad de mano de obra calificada y la optimización de la inversión.

Los obstáculos más importantes que se alzan frente a la innovación son de carácter socio–cultural (el predominio de actitudes rutinarias, la falta de agresividad empresarial, el temor a la acción sindical); económico (la existencia de mercados monopolizados o altamente protegidos, de rígidos mecanismos de comercialización, de estructuras de precios y de costos); financiero (la escasez de capitales y la falta de optimización de los recursos existentes); político (referido entre otros factores al régimen impositivo, la legislación sobre patentes, las leyes de trabajo, las leyes de fomento industrial) y científico (relacionado básicamente con una infraestructura científico–tecnológica débil o inexistente). Superar estos obstáculos constituye una tarea vasta y compleja con riesgos y conflictos muchas veces imprevisibles y que trasciende –el caso británico así lo demuestra– el mero desarrollo de la investigación científico–tecnológica.

IV. La inserción de la ciencia y de la tecnología en la trama del desarrollo latinoamericano

Enfocada como un proceso político consciente, la acción de insertar la ciencia y la tecnología en la trama misma del desarrollo significa saber dónde y cómo innovar. La experiencia histórica demuestra que este proceso político constituye el resultado de la acción múltiple y coordinada de tres elementos fundamentales en el desarrollo de las sociedades contemporáneas; el gobierno, la estructura productiva y la infraestructura científico–tecnológica. *Podemos imaginar que entre estos tres elementos se establece un sistema de relaciones que se representaría por la figura geométrica de un triángulo, en donde cada uno de ellos ocuparía sus vértices respectivos.*

4.1. *El triángulo de relaciones entre gobierno, ciencia–tecnología y estructura productiva*

La existencia histórica de este triángulo de relaciones científico–tecnológicas ha sido suficientemente explicitada por economistas, sociólogos e historiadores, motivo por el cual creemos innecesario reivindicar la originalidad de este enfoque³. El proceso por el cual se estructura tal sistema de relaciones en una sociedad, está claramente ilustrado por la experiencia de los Estados Unidos. En este caso, la guerra, entendida como un factor desencadenante del proceso, ha jugado un papel decisivo. Hasta la segunda guerra mundial en efecto, la innovación fue el resultado de diversas causas, principalmente de la acción recíproca de las fuerzas del mercado y de acontecimientos bélicos como la incidencia de la guerra de secesión en los estados industriales del norte y, en mucho menor grado, la primera guerra mundial. Durante la década del 40 el gobierno actúa sobre la infraestructura científico–tecnológica y la estructura productiva industrial en una escala mucho mayor de lo que había ocurrido anteriormente, convirtiéndose en el promotor más importante del proceso de innovación. Los éxitos espectaculares obtenidos por la aplicación deliberada y consciente de la ciencia y de la técnica (avión a reacción, radar, bomba atómica, etc.) y la nueva situación provocada por la guerra fría, contribuyeron a que el gobierno continuara desempeñando un papel decisivo como impulsor de las relaciones que configuran nuestra imagen del triángulo⁴.

La experiencia histórica permite pues inducir esta imagen simplificada de las relaciones entre gobierno, ciencia–tecnología y estructura productiva. Sin embargo, la exposición de este sistema de relaciones no pretende tan solo interpretar una realidad en función de un modelo definido de antemano, cuanto demostrar que la existencia del triángulo científico–tecnológico asegura la capacidad racional de una sociedad para saber dónde y cómo innovar y que, por lo tanto, los sucesivos actos tendientes a establecerlo permitirán alcanzar los objetivos estratégicos propuestos anteriormente. Analicemos a continuación, de modo más preciso, las características de cada uno de los vértices.

El vértice infraestructura científico–tecnológica ya ha sido definido previamente. Definiremos el vértice estructura productiva en un sentido general, como el conjunto de sectores productivos que provee los bienes y servicios que demanda una determinada sociedad. El vértice gobierno, por su parte, comprende el conjunto de roles institucionales que tienen como objetivo formular políticas y movilizar

³ La bibliografía americana que ha explicitado este problema es vasta. A título ilustrativo, nos basta con citar dos obras importantes recientemente aparecidas: E. S. Woytinsky, *Profile of the U.S. Economy*, en donde conviene consultar el Cap. XVII, “The American Economy in an Age of Science and Technology”, y la obra de John K. Galbraith, *The New Industrial State*, Boston, 1967, que está consagrada a explicitar la concentración de este sistema de relaciones en lo que, el autor llama la “tecno–estructura”.

⁴ Creemos innecesario corroborar esta descripción sucinta con cifras y cuadros comparativos acerca de la acción del Gobierno Federal de los EE.UU. en este terreno. Una síntesis sumamente ilustrativa puede encontrarse en la obra de E. S. Woytinsky, ya citada.

recursos de y hacia los vértices de la estructura productiva y de la infraestructura científico–tecnológica a través, se entiende, de los procesos legislativo y administrativo.

Los vértices están caracterizados desde el punto de vista funcional, lo cual permite ubicar correctamente en el vértice correspondiente a muchos sectores de actividad que por su naturaleza podrían crear confusión: así, por ejemplo, una empresa propiedad del Estado que produce acero pertenece al vértice estructura productiva y no al vértice gobierno, pese a que su control esté en manos del gobierno, y del mismo modo, un laboratorio de investigaciones, propiedad de una empresa privada, pertenece al vértice infraestructura científico–tecnológica y no al vértice estructura productiva.

Como podemos observar, cada vértice constituye un centro de convergencia de múltiples instituciones, unidades de decisión y de producción, actividades, etc., motivo por el cual estaríamos en condiciones de afirmar que las relaciones que configuran el triángulo tienen también múltiples dimensiones, pudiendo, en consecuencia, seleccionar las que a nuestro entender resultan más importantes para precisar el punto de vista adoptado. De este modo el triángulo se definiría por las relaciones que se establecen *dentro* de cada vértice, a las que denominaremos *intra–relaciones*, por las relaciones que se establecen *entre* los tres vértices del triángulo, a las que identificaremos como *inter–relaciones* y, en fin, por las relaciones que se establecen entre el triángulo constituido, o bien, entre cada uno de los vértices *con el contorno externo* del espacio en el cual se sitúan, a las que llamaremos *extra–relaciones*.

4. 2. *Intra–relaciones dentro de cada vértice*

Las relaciones que se establecen dentro de cada vértice tienen como objetivo básico el de transformar, incorporar y transformar demandas en un producto final que es la innovación científico–tecnológica. De tal modo, las diferentes relaciones que integran cada vértice deben estructurarse con vista a garantizar una determinada *capacidad*. Esta capacidad para generar, incorporar o transformar demandas es una *cualidad* que hipotéticamente atribuimos a los sujetos que se sitúan en cada uno de los vértices y lógicamente tendrá una connotación particular según sea el vértice considerado.

El vértice gobierno, ya lo hemos visto, tiene como objetivo el de formular e implementar políticas en el ámbito científico–tecnológico; ello requiere la capacidad para realizar una *acción deliberada* en este campo para formular un cuerpo de doctrina, de principios y de estrategia capaz de fijar metas posibles, cuyo logro depende de una serie de decisiones políticas, de la asignación de recursos y de la programación científico–tecnológica⁵.

⁵ Ver en este sentido, M. Halty Carrere, *Política y Planificación Científica y Tecnológica*, Unidad de Desarrollo Tecnológico, Departamento de Asuntos Científicos, Unión Panamericana, 1965.

En términos generales, esta acción de gobierno no se realiza en América Latina; quizás sea posible discernir un esfuerzo cuando se trata de imaginar doctrinas y principios generales que deberían ser realizados en este terreno, pero es realmente difícil constatar la capacidad gubernamental para traducirlos en hechos eficientes.

La cualidad que asignamos a los sujetos que actúan en el vértice infraestructura científico–tecnológica es la *capacidad creadora*. Ella resulta de un atributo esencial de la investigación científica. Es cierto que el extraordinario desarrollo de la ciencia ha transformado los modestos laboratorios de pre–guerra –donde, sin embargo, se produjeron los avances fundamentales de la física de este siglo– en verdaderas fábricas de conocimiento con todo lo que esto implica en materia de recursos; pero no es menos cierto que la investigación ha sido, es y será un producto de la inteligencia humana. No cabe duda que el trabajo en equipo y con recursos abundantes aumenta la eficiencia y puede que estimule la creación –aunque muchas veces la inhibe– pero es muy difícil que la produzca; la creación es un acto singular de una mente singular; aquellos que viven el espejismo de los equipos costosos, los instrumentos sofisticados y los edificios muy funcionales, ignoran la verdad capital de que la capacidad creadora es la virtud esencial de la investigación. Un científico mediocre producirá ideas mediocres y si se suman científicos mediocres, las ideas continuarán siendo mediocres por más dinero que se les inyecte. Por ello se ha dicho con razón que un laboratorio no vale tanto por las dimensiones del edificio que ocupa ni por los recursos en equipo e instrumental que posea, sino por la calidad y la cantidad de inteligencia de los hombres que lo integran

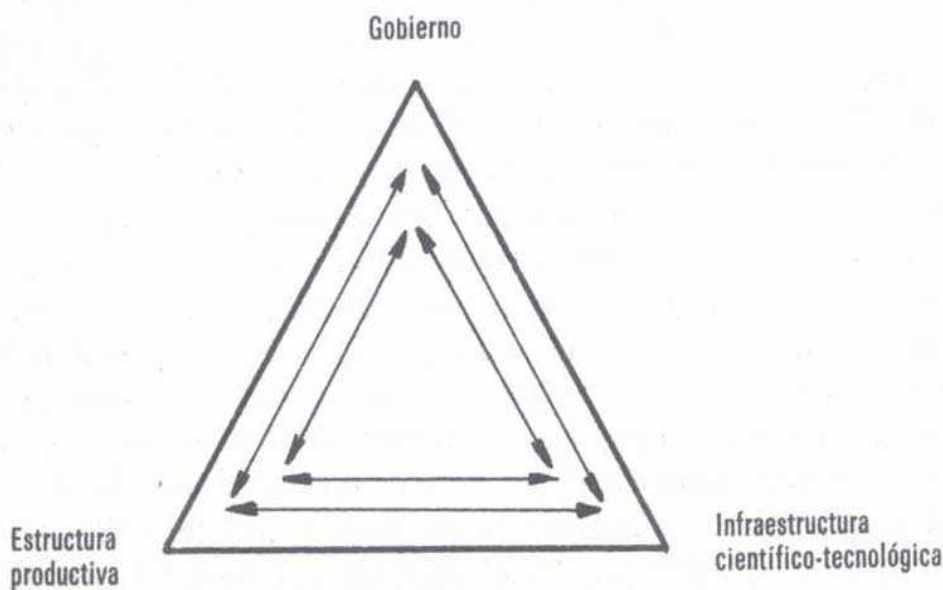
Por último, el objetivo básico de la estructura productiva, será garantizado por la *capacidad empresarial* pública o privada, que en este caso la definiremos, siguiendo las clásicas ideas desarrolladas por Schumpeter, como aquella función que “consiste en reforma o revolucionar el sistema de producción, explotando un invento, o, de una manera más general, una posibilidad técnica no experimentada para producir una mercancía nueva o una mercancía antigua por un método nuevo, para abrir una nueva fuente de provisión de materias primas o una nueva salida para los productos, para reorganizar una industria, etc.”⁶.

4. 3. *Inter–relaciones entre los tres vértices*

A partir de la gran revolución científico–tecnológica de la segunda mitad del siglo veinte, es imposible imaginar un esfuerzo sostenido y constante en ciencia y tecnología sin tener en cuenta un presupuesto básico: que la generación de una capacidad de decisión propia es este campo *es el resultado de un proceso deliberado de inter–relaciones* entre el vértice gobierno, el vértice infraestructura científico–tecnológica y el

⁶ J. A. Schumpeter, *Capitalismo, Sociedad y Democracia*, Madrid, 1963, p.181.

vértice estructura productiva. Este proceso se establece a través del flujo de demandas que circulan en sentido vertical (inter-relaciones recíprocas entre el vértice gobierno y los vértices infraestructura científico–tecnológica y estructura productiva) y en sentido horizontal (inter-relaciones recíprocas entre los vértices infraestructura científico– tecnológica y estructura productiva). La figura geométrica sería entonces la siguiente:



Las inter-relaciones en sentido vertical merecen analizarse en la perspectiva de la acción gubernamental. Con respecto a la inter-relación gobierno infraestructura científico–tecnológica, conviene señalar que el vértice de la infraestructura depende vitalmente de la acción deliberada del gobierno, entendida en un sentido muy amplio, sobre todo en lo que se refiere a la asignación de recursos. Pero junto a este aspecto económico de la cuestión, el vértice gobierno juega también el papel de centro impulsor de demandas hacia la infraestructura científico–tecnológica, demandas que, por otra parte, pueden ser incorporadas, transformadas o bien eliminadas en función de un acto que genera una contra–demanda de reemplazo. En estos casos posibles entre otros, el vértice infraestructura científico–tecnológica satisface estas demandas y propone desarrollos originales. Un ejemplo notable de este proceso de inter-relación, lo constituye el desarrollo de la bomba atómica cuya idea original nace en la infraestructura (capacidad creadora) y el gobierno asume la necesidad de traducirla en hecho eficiente, planteando una demanda explícita y asignando los recursos necesarios para lograr una respuesta (capacidad de realizar una acción deliberada en esta materia por medio de decisiones políticas). La dificultad mayor reside en el modo como se concebirá la formulación de programas una vez tomada la decisión política. No conviene olvidarlo: una correcta formulación de una política científico–

tecnológica, exige que en el proceso de generación de demandas en los órganos gubernamentales, se tengan en cuenta las opiniones de los sujetos que componen la infraestructura científico–tecnológica y aún, que algunos de ellos tengan asignadas funciones de importancia en estos órganos de programación.

La inter–relación gobierno–estructura productiva depende fundamentalmente de la capacidad de discernimiento de ambos vértices acerca del uso posible del conocimiento existente para incorporarlo a nuevos sistemas de producción. Históricamente, la capacidad empresarial contribuyó a generar una infraestructura científico–tecnológica con el desarrollo, por ejemplo, de laboratorios de investigación adscriptos a la estructura productiva. A través de este sector puede insertarse, y de hecho se inserta, la acción gubernamental, generando demandas y afectando recursos a ciertos sectores de la estructura productiva seleccionados de acuerdo a diferentes criterios, entre los cuales los estratégicos son sumamente importantes. Conviene no confundir los niveles de análisis; es evidente que el vértice gobierno se relaciona con el vértice estructura productiva mediante una acción sobre la infraestructura científico–tecnológica, pero mientras en este caso el motivo de la demanda y de la asignación de recursos se relaciona *directamente* con la estructura productiva, en el caso de una inter–relación directa con la infraestructura científico–tecnológica puede producirse, junto a este primer aspecto, una relación *indirecta* por la vía por ejemplo de las inter–relaciones de tipo horizontal que analizaremos a continuación.

Las inter relaciones de tipo horizontal son las más complejas de establecer, salvo en el caso ya señalado donde la infraestructura científico–tecnológica está adscripta a la estructura productiva, dependiendo directamente de las empresas. Cuando se trata de actividades diferenciadas no sólo de acuerdo a su función sino también de acuerdo a su posición institucional (por ejemplo una empresa que no realiza actividades de investigación frente a una institución consagrada exclusivamente a tareas científicas) uno de los métodos más adecuados para desbrozar el camino por donde circulen las demandas recíprocas, parece ser el de la movilidad ocupacional, o transferencia recíproca del personal humano de uno a otro vértice. Si se acepta la hipótesis de que los sujetos de ambos vértices cuentan con una capacidad creadora y una capacidad empresarial, las vías de comunicación estarán necesariamente abiertas, pero si en cambio se vislumbra –tal como ocurre en América Latina– que ambas cualidades son muchas veces inexistentes en los sujetos de uno y otro vértice, el peligro del encierro y del diálogo de sordos entre empresarios y científicos se presenta como un obstáculo muchas veces insuperable.

4. 4. Relaciones con el contorno externo o extra-relaciones

Hasta el momento nos hemos ocupado de intra-relaciones y de inter-relaciones, pero convengamos que las sociedades no viven aisladas, que desde el espacio que circunda nuestra imagen del triángulo se establecen relaciones hacia el exterior y que inclusive esas relaciones pueden tener características diferentes según provengan de vértices desconectados o integrados en un sistema interno de relaciones.

En una sociedad donde funciona el triángulo de relaciones las aperturas que se realicen hacia el exterior en materia de exportaciones de ciencia y de tecnología original o de adaptación de tecnología importada, producen beneficios reales ya sea a corto o a largo plazo. Las experiencias históricas demuestran que las sociedades que han logrado integrar el triángulo científico–tecnológico disponen de una capacidad de creación y de respuesta frente a otros triángulos de relaciones externos a las mismas. Muy distinta es la situación cuando las extra-relaciones tienen lugar entre vértices dispersos –no inter-relacionados entre sí– y un triángulo científico–tecnológico plenamente integrado. Es este, uno de los problemas centrales que deben resolver las sociedades latinoamericanas, ya que en nuestro continente se han producido desarrollos parciales de los vértices de la base del triángulo que manifiestan una tendencia cada día más marcada a vincularse independientemente con los triángulos de relaciones científico–tecnológicas de las sociedades altamente desarrolladas. La descripción de este hecho explicaría en parte un sin número de problemas, muchas veces presentados en forma aislada pero que, sin lugar a dudas, están íntimamente vinculados. Baste con enunciar uno de los más importantes. En América Latina, el éxodo de talentos es la típica consecuencia de la falta de inter-relaciones entre la infraestructura científico–tecnológica, la estructura productiva y el gobierno. Por esta razón, los científicos formados en nuestras sociedades, faltos de incentivos, se relacionan con una infraestructura científico–tecnológica del exterior. Pero al actuar así, el científico que emigra hacia los grandes centros de los países industriales, se integra en un triángulo de relaciones plenamente capacitado para satisfacer las demandas que plantea su tarea específica. Mientras en nuestras sociedades el científico se encuentra desvinculado y aislado frente al gobierno y a la estructura productiva, en el nuevo lugar de trabajo, al cual lo conduce su exilio cultural, está automáticamente amparado por instituciones o centros de investigación que, a su vez, se encuentran insertas en el sistema de relaciones que hemos explicitado.

4. 5. Hacia el establecimiento de nuevos sistemas de relaciones científico–tecnológicas en América Latina.

Esta rápida descripción de las características y de los diferentes tipos de relaciones que se establecen en el triángulo científico–tecnológico, nos permite reconocer un hecho y plantear una necesidad: que en

América Latina no existe un sistema de relaciones como el que hemos diseñado, ni tampoco hay conciencia acerca de la necesidad impostergable de establecerlo.

Observamos entonces que la puesta en marcha del proceso que permitirá a nuestras naciones alcanzar una capacidad de decisión propia en el ámbito científico–tecnológico, plantea una doble exigencia: crear por una parte, una conciencia global para que nuestras sociedades asuman este problema en sus dimensiones reales, y actuar eficazmente, por la otra, sobre aquellos sectores en los cuales se podrían optimizar los recursos escasos en función del sistema de relaciones perseguido. Ambas exigencias están profundamente vinculadas.

En las naciones latinoamericanas no existen triángulos de relaciones en la sociedad global; aún los países más desarrollados de la región, no han logrado establecer un sistema global de relaciones entre gobierno, ciencia–tecnología y estructura productiva. Ante este hecho, la elección de caminos que rompan con el círculo vicioso de dependencia–falta de innovación–sentimiento de incapacidad, está determinada por la identificación de aquellos sectores en los que se podría implantar el triángulo de relaciones propuesto. La elección de una vía de acción que tenga en cuenta este presupuesto, nos indica que la estrategia adecuada es la de establecer sistemas de relaciones científico–tecnológicas en unidades limitadas, como instituciones particulares, o bien, conglomerados industriales públicos o privados, que puedan servir de modelos para implantar nuevos triángulos con dimensiones más amplias.

Tal como lo hemos indicado al analizar las relaciones entre el vértice gobierno y el vértice estructura productiva, corresponde al sector gubernamental formular una política tendiente a acoplar la infraestructura científico–tecnológica al proceso de producción, ya sea creando los centros que así lo permitan o relacionando los centros ya existentes.

Teniendo en cuenta el carácter mixto de las economías latinoamericanas, en donde el sector público es parte importante de la estructura productiva, el vértice gobierno tendría en sus manos un campo de experiencia sumamente interesante por la vía de la implantación de triángulos de relaciones científico–tecnológicas en alguno de los grandes conglomerados que componen el sector público, ya sea en los sectores de la infraestructura o bien en algunos sectores de la estructura productiva industrial.

Lo cierto es que muchos sectores estratégicos –siderurgia, petróleo, producción de energía– están total o parcialmente controlados por el Estado. Dentro de estos sectores se podrían implantar y diferenciar desde el punto de vista funcional, los vértices de la estructura productiva y de la infraestructura científico–tecnológica, que, apoyadas por la acción del vértice gobierno, inter–relacionarían sus respectivas demandas con el objeto de producir la innovación. El sector público de las naciones latinoamericanas contaría en este sentido con una posibilidad real de modernización. Ilustremos brevemente este punto de vista mediante un ejemplo concreto. Si seleccionamos dentro del sector público el del petróleo, comprobamos, en primer lugar, una serie de pre–requisitos económicos–

financieros: gran potencialidad económica de las empresas estatales; mercado fuertemente controlado por estas empresas en la mayoría de los países; relaciones directas con una industria básica como es la petroquímica e indirectas con el sector de la industria electro–mecánica–metalúrgica. La movilización de la infraestructura científico–tecnológica con respecto a la industria del petróleo está relacionada en primer término con sus aspectos tradicionales como la producción de gasolina, la optimización de las taras extractivas o el mejoramiento de los aceites lubricantes.

Empero las investigaciones no se agotan en estos campos, ya que también intervienen las que se realicen teniendo como horizonte el desarrollo de la industria petroquímica o bien, aquellas que tengan por objeto lograr un acople eficiente de los insumos que provienen del sector electro–mecánico–metalúrgico: bombas, barrenos, tubos, válvulas, instrumental.

¿Cómo se relacionaría la infraestructura científico–tecnológica con la estructura productiva del petróleo? Supongamos que un organismo de planificación localizado en el vértice gobierno, genera una demanda concreta, motivada por la situación en la balanza de pagos, que exige un aumento substancial en la producción de petróleos livianos. Supongamos a su vez, que la traducción de esta demanda exigirá el desarrollo de nuevos métodos de explotación, potencialmente aptos para la producción de petróleos livianos, que no se podrían realizar con las tecnologías disponibles en ese momento. Si la demanda circula exclusivamente por el lado gobierno–estructura productiva, es factible que no se obtengan las respuestas previstas en el plan; pero si en cambio, la demanda se dirige también a la infraestructura científico–tecnológica generando de este modo el diálogo con la estructura productiva, es factible que se abran distintas alternativas de respuesta como pueden ser, entre otras, la adaptación de una tecnología similar, ya en funcionamiento en otras sociedades, o el desarrollo de una tecnología original. Así como representamos el proceso en sentido vertical, es decir, originado en el vértice gobierno, podemos adoptar el camino inverso e imaginar que en algún sector de la infraestructura científico–tecnológica, surge la posibilidad de desarrollar un polímero con nuevas propiedades, como resultado de investigaciones básicas aparentemente poco vinculadas a la industria petroquímica. Sin triángulo de relaciones, es muy factible que esta demanda permanezca en estado latente, sin transformación industrial en el país de origen, o, quizá, con posibilidades de transformación en países con triángulos tecnológicos sólidamente implantados, en la medida en que ese sector de la infraestructura establezca con ellos relaciones externas. La gran oportunidad de que esta demanda latente se transforme en manifiesta, radica en las posibilidades que tenga este grupo de científicos de inter–relacionarse con la estructura productiva gracias a la acción del gobierno que establece canales de comunicación para que el nuevo conocimiento se incorpore al proceso productivo, generando así la innovación.

Las dificultades que plantean estos ejemplos, no pueden resolverse con soluciones parciales como la puesta en marcha de laboratorios de investigación adscriptos a las empresas estatales. Aunque esta

tarea es sumamente importante, la clave del éxito radica en la movilización de inteligencias en distintos sectores de la infraestructura científico–tecnológica, motivadas por los objetivos de una política tecnológica con respecto al petróleo.

Se hace imprescindible, en consecuencia, movilizar a la universidad relacionándola con la estructura productiva y aprovechando al máximo las tradiciones ya existentes como pueden ser, por ejemplo, las carreras de ingenieros de petróleo. Movilizando inteligencias y voluntades, el triángulo sectorial actuaría como un polo de incorporación de investigadores que, en muchos sentidos, están alienados de nuestras realidades nacionales, otorgando un sentido social a la existencia del individuo y garantizando el desarrollo de su vocación. Valga este ejemplo como modelo porque no cabe duda que esta estrategia sea plenamente aplicable a otros sectores públicos de la estructura productiva como los de energía eléctrica, comunicaciones, transportes, etc.

A todas luces esta estrategia para la implantación de triángulos científicos–tecnológicos en el sector público no es exclusiva y resulta insuficiente si no va acompañada de un esfuerzo sostenido para implantar nuevos sistemas de relaciones en el sector privado⁷. Sin duda alguna, las reflexiones que nos ha sugerido el ejemplo anterior son plenamente aplicables a este sector y de hecho muchas experiencias en marcha pueden servir de núcleos iniciales para el desarrollo de triángulos científico–tecnológicos. Si tomamos el ejemplo del sector agrícola, un intento exitoso lo constituye el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria en Argentina (INTA), fundado en 1956 y que continúa sobre nuevas bases las tareas de los laboratorios y plantas experimentales del Ministerio de Agricultura que datan de principios de siglo. El INTA ha sido creado y está directamente financiado por el vértice gobierno por medio del presupuesto de la Secretaría de Estado de Agricultura y Ganadería. Como tal, esta institución corresponde a la infraestructura científico–tecnológica y su función específica es la de establecer relaciones horizontales con la estructura productiva del sector agropecuario, mediante la investigación pura y de aplicación general, la experimentación regional y la educación y la divulgación.

Ejemplos de experiencias en marcha que intentan establecer triángulos científico–tecnológicos con la industria manufacturera del sector privado son, entre otros, los que proporciona el Instituto de Pesquisas Tecnológicas de San Pablo, el Instituto Mexicano de Investigaciones Tecnológicas y el Servicio de Asistencia Técnica a la Industria (SATI) en Argentina. Estas instituciones tienen orígenes, estructuras y fuentes de financiación diferentes⁸ pero están ligadas por un objetivo similar, cual es el de

⁷ Es en este terreno, tal como lo hemos apuntado, donde la experiencia norteamericana ha sido más fecunda. Con anterioridad a la puesta en funcionamiento del triángulo a nivel de la sociedad global se establecieron en los EE.UU. triángulos de relaciones con respecto al sector privado agrícola, a través de la acción del gobierno que financió el sistema universitario –escuelas y facultades agrícolas– el que a su vez, se relacionó con la estructura productiva agropecuaria, obteniendo los resultados económicos por todos conocidos.

⁸ El 64% del presupuesto del Instituto de Pesquisas Tecnológicas de San Pablo proviene de fuentes oficiales y el 36% corresponde a aportes privados. En el Instituto Mexicano de Investigaciones Tecnológicas, el 76% de su presupuesto proviene de fondos semioficiales y el 24% de organismos particulares. El SATI constituye un

establecer inter-relaciones con el sector manufacturero. Con mayor o menor éxito estos centros de la infraestructura científico-tecnológica han logrado establecer relaciones horizontales con la estructura productiva, aunque en la actualidad afrontan la etapa más difícil: la de incrementar a la vez su capacidad creadora y la fluidez de sus vínculos con el sector manufacturero.

Como surge de lo expuesto, la puesta en marcha de este proceso exige distinguir los diferentes ámbitos en los que se implantarán o fortalecerán los triángulos científico-tecnológicos. El punto de partida que hemos seleccionado otorga prioridad al ámbito sectorial, entendido como el marco más eficaz y más realista para crear modelos que posteriormente puedan ser aplicados ámbito nacional o al ámbito regional. Esto sería uno de los caminos que puedan conducir al proceso de integración en América Latina, a través de sus diferentes expresiones⁹, a la etapa de las realizaciones efectivas. En el terreno de la ciencia y de la tecnología la incomunicación en el ámbito regional, no depende tanto de “un no querer” vincularse, como de la ausencia de triángulos sectoriales en los ámbitos nacionales, sin los cuales no es posible producir innovación ni, en consecuencia, lograr una comunicación real de experiencias objetivas.

Hemos afirmado que la innovación es el producto de un sistema de relaciones entre gobierno, infraestructura científico-tecnológica y estructura productiva, cuando estos vértices están respectivamente calificados por la capacidad para realizar una acción deliberada en este terreno, por la capacidad creadora y por la capacidad empresarial. Romper con los obstáculos que impiden la expresión de estas capacidades no es tarea de un día porque ellos se encuentran en la raíz misma de nuestro sistema cultural: en los valores, actitudes y creencias que orientan el comportamiento de los sujetos hipotéticamente ubicados en cada uno de los vértices.

Y, sin embargo, ello se hace imprescindible. Porque de nada vale organizar estructuras formales si no se acompaña de un efectivo desarrollo orgánico de nuevos valores y actitudes capaces de poner en marcha los procesos y relaciones que hemos diseñado.

Crear conciencia de ello es el objetivo fundamental que persigue este trabajo.

servicio especializado del Departamento de Metalurgia de la Comisión Nacional de Energía Atómica de Argentina. Ver en este sentido, el informe preliminar de los Institutos de Investigación Tecnológica de América Latina, Unidad de Desarrollo Tecnológico, Departamento de Asuntos Científicos, Unión Panamericana, 1962 Y A. Fontes y M. Halty Carrere, *Características de los Institutos Latinoamericanos de Investigación Tecnológica*, Departamento de Asuntos Científicos, Unión Panamericana, 1965.

⁹ Nos referimos sobre todo al proceso de sub regionalización actualmente en marcha; Cuenca del Plata, Mercado Común Centroamericano, Grupo Andino, etc.